

DD01E075WO/wh04s002/TW/ts/15.04.2004

AMI DODUCO GmbH, Im Altgefäll 12, 75181 Pforzheim

Wieland-Werke AG, Graf-Arco-Straße 36, 89079 Ulm

Elektrische Steckkontakte und ein Halbzeug für deren Herstellung

5 Beschreibung:

Die Erfindung betrifft elektrische Steckkontakte für Steckverbinder in elektrischen Gleichstromnetzen, die mit einer Nennspannung betrieben werden, bei welcher Lichtbögen entstehen können, sowie ein Halbzeug für die Herstellung solcher Steckkontakte gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Insbesondere

10 geht es um Steckkontakte, welche in Automobilen verwendet werden sollen. Personenkraftwagen haben heute durchweg elektrische Bordnetze, welche bei 14 Volt Nennspannung betrieben werden. Steckkontakte in Steckverbindern für diesen Verwendungszweck bestehen üblicherweise aus einem Grundkörper aus Kupfer, aus einer Kupferbasislegierung wie zum Beispiel CuNiSi oder aus Edel-

15 stahl, welche die gewünschte elektrische Leitfähigkeit und Federeigenschaft für eine sichere Kontaktgabe des Steckverbinders zur Verfügung stellen. Um auch in korrosiver Atmosphäre stabile elektrische Kontakteigenschaften zu gewährleisten, ist es bekannt, die Grundkörper der Steckkontakte oder von deren

Halbzeugen durch ein galvanisches Abscheideverfahren mit einer Hartgoldschicht oder mit einer Reinsilberschicht oder mit einer Zinnschicht zu versehen. Schichten aus Zinn und Zinnlegierungen werden häufig auch nach einem Verfahren der Feuerverzinnung aufgebracht. Damit läßt sich unter den bisher geforderten Randbedingungen (Einsatz in Luft bei 14 Volt Nennspannung und einer maximalen Umgebungstemperatur von 150°C, wobei die Temperatur des Steckverbinders durch Stromerwärmung noch um 30°C über die Umgebungstemperatur steigen kann) eine hinreichende Beständigkeit gegen Verschleiß beim Stecken und Ziehen der männlichen und weiblichen Steckkontakte erreichen.

- 10 Automobilhersteller planen, die Bordnetzspannung in Personenkraftwagen künftig auf 42 Volt heraufzusetzen. In Gleichstrom-Bordnetzen mit einer Nennspannung von 42 Volt treten beim Stecken und Ziehen von Steckverbindern unter Last Lichtbögen auf, die zum Abbrand der Steckkontakte bis hin zum Fahrzeugbrand führen können. Darüber hinaus kann es durch Erschütterungen, die im Fahrtrieb auftreten, in den Steckverbindern zu Mikrounterbrechungen zwischen den Steckkontakten kommen, die ebenfalls Lichtbögen nach sich ziehen können. Ob ein Lichtbogen über einem bei Vibrationen oder beim Stecken oder Ziehen eines Steckers entstehenden Spalt zwischen zwei Kontaktoberflächen tatsächlich zündet, hängt nicht nur von der zur Verfügung stehenden elektrischen Spannung ab, sondern auch davon, ob eine kapazitive Last oder eine induktive Last getrennt wird und aus welchem Material die beteiligten Kontaktoberflächen bestehen. Für alle Materialien gibt es eine physikalisch bedingte Minimalspannung, die notwendig ist, um Ladungsträger aus der Kontaktoberfläche zu reißen und mit ihnen den Lichtbogen zu versorgen. Das Element mit der höchsten Lichtbogen-Brennspannung ist Kohlenstoff mit einer Brennspannung von 20 Volt; alle Metalle haben Brennspannungen zwischen 12 Volt und 16 Volt. Im PKW-Bordnetzen mit 14 Volt Nennspannung kommt es beim Trennen eines Steckverbinders unter Last noch nicht zur Ausbildung eines dauerhaft brennenden Lichtbogens, da der Lastwiderstand im vorher geschlossenen Stromkreis einen Spannungsabfall bewirkt, so dass an dem Spalt, der beim Trennen eines Steckverbinders zwischen den

beteiligten Kontaktoberflächen gebildet wird, die erforderliche Lichtbogen-Brennspannung nicht erreicht wird. In heutigen Personenkraftwagen sind Kontaktoberflächen deshalb nicht auf Lastfälle ausgelegt, bei denen Lichtbögen entstehen können.

- 5 Die Fachwelt weiß um das Problem, dass in 42V-Bordnetzen beim Trennen von Steckverbindern Lichtbögen entstehen können, die zu schwerwiegenden Schäden bis hin zum Fahrzeugbrand führen können und geeignet sind, die Sicherheit der Fahrzeuginsassen zu gefährden. Die Fachwelt ist sich auch bewußt, dass es
10 nötig sein wird, das gesamte elektrische Bordnetz und seine Komponenten auf die Anforderungen einer Nennspannung von 42 Volt neu auszulegen und dass das erheblicher Entwicklungsanstrengungen auch zur Umgestaltung von Steckverbindern und Schaltgeräten bedarf, siehe zum Beispiel den Aufsatz von Thomas J. Schöpf, "Electrical Contacts in the Automotive 42 VDC PowerNet", Proceedings of the 21st International Conference on Electrical Contacts, 9. bis
15 12.09.2002 in Zürich, Seiten 43 bis 55, insbesondere Seite 52. Dieser Aufsatz gibt Anregungen, sich mit Mitteln zur Lichtbogenlöschung zu befassen.

- Der Aufsatz von N. Ben Jamaa et al. "Short Arc Duration Laws and Distribution at Low Current ($<1A$) and Voltage (14-42VDC)", Proceedings of 20th International Conference on Electrical Contacts, 19. bis 23.06.2000 in Stockholm, Seiten 379
20 bis 383, berichtet über Untersuchungen der Lichtbogenbrenndauer auf Kontaktoberflächen aus Ag, Au, Cu, Pd, Sn, Ni und Stahl, von denen Palladium die kürzeste und Zinn die längste Lichtbogenbrenndauer zeigte. Palladium ist jedoch sehr teuer und sein Einsatz für Steckverbinder in der Automobiltechnik deshalb unwirtschaftlich. Die anderen Materialien sind, wie eingangs erwähnt, als Kontaktoberflächen bei Steckverbindungen für 14V-Bordnetze in heutigen Automobilen be-
25 kannt, für den Einsatz in 42V-Bordnetzen aber unzureichend qualifiziert.

Ein weiteres Problem besteht darin, dass Lichtbögen, die in 42V-Bordnetzen entstehen können, die Kontaktoberfläche verändern und zu einem höheren

Kontaktübergangswiderstand, damit zu einer unerwünschten Kontakterwärmung, unter Umständen sogar zu einem Verschweißen von Steckkontakten führen können, so dass sich diese nicht mehr trennen lassen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, elektrische Steckkontakte sowie ein Halbzeug für deren Herstellung zu schaffen, welche sich unter den in 42V-Bordnetzen zu erwartenden Beanspruchungen durch Lichtbögen günstiger verhalten als bekannte Halbzeuge und Steckkontakte, die für 14 Volt Nennspannung ausgelegt sind, und welche den nachstehend aufgeführten Randbedingungen genügen, die für den Einsatz in 42V-Bordnetzen aufgestellt worden sind:

- 10 ♦ Ihr Grundkörper soll einerseits eine Federhärte aufweisen, welche in elektrischen Steckverbindungen eine zuverlässige Kontaktgabe ermöglicht.
- ♦ Andererseits soll der Grundkörper hinreichend duktil sein, um ihn verformen zu können, insbesondere durch Biegen.
- 15 ♦ Steckverbinder, die mit solchen Steckkontakten hergestellt sind, sollen wiederholt unter Last getrennt und wieder zusammengefügt werden können, ohne miteinander zu verschweißen.
- ♦ Steckverbinder, die mit solchen Steckkontakten hergestellt sind, sollten wiederholt unter Last getrennt und wieder zusammengefügt werden können, ohne dass der Kontaktübergangswiderstand zu stark ansteigt. Insbesondere darf 20 sich eine aufgebrachte Kontaktschicht auch nach wiederholtem Trennen und wieder Zusammenfügen der Steckverbindung nicht abreiben. Eine für den Einsatz in Automobilen typische Anzahl von Steckvorgängen soll ohne Versagen möglich sein.
- ♦ Die Steckkontakte müssen für den Einsatz bei Umgebungstemperaturen bis 25 200°C geeignet sein.
- ♦ Die Steckkontakte und das Halbzeug für ihre Herstellung müssen preiswert sein.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Halbzeug mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen, durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 20 zu seiner Herstellung sowie durch daraus hergestellte Steckkontakte mit den im Patentanspruch 19 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung hat wesentliche Vorteile:

- ♦ Durch die Verwendung eines Grundkörpers aus einem unedlen Material und einer Beschichtung, welche für die elektrische Kontaktgabe in Steckverbindern günstige Eigenschaften hat, lassen sich sowohl die mechanischen als auch die elektrischen Anforderungen erfüllen.
- ♦ Dadurch, dass die für die elektrische Kontaktgabe vorgesehene Beschichtung auf der Grundlage von Silber oder auf der Grundlage einer Silberbasislegierung gebildet wird, wobei reines Silber bevorzugt ist, weil es einen höheren Schmelzpunkt hat, sind Kontaktoberflächen mit hinreichend niedrigem Kontaktübergangswiderstand und mit hinreichender Korrosionsfestigkeit erhältlich. Ein niedriger Kontaktübergangswiderstand ist günstig für eine geringe Erwärmung der Steckkontakte in einem Steckverbinder. Die gute Korrosionsbeständigkeit ist günstig für einen dauerhaft niedrigen Kontaktübergangswiderstand.
- ♦ Reines Silber wäre als kontaktgebende Beschichtung im Hinblick auf die in 42V-Bordnetzen mögliche Lichtbogenbelastung ungünstig. Um so überraschender ist, dass bereits dünne Schichten aus Silber oder einer Silberbasislegierung mit geringen Mengen eines erfindungsgemäß ausgewählten Zusatzes eine wesentliche Verbesserung der Eignung von Steckkontakten für Steckverbinder in 42V-Bordnetzen bewirken.
- ♦ Selbst dünne Schichten mit der erfindungsgemäß ausgewählten Zusammensetzung sind nach wiederholter Lichtbogenbeanspruchung noch vollständig vorhanden und reiben sich durch wiederholtes Ziehen und Stecken eines erfindungsgemäß ausgebildeten Steckers nicht ab.

- ♦ Überraschend ist ferner, dass sich auch bei wiederholter Lichtbogeneinwirkung eine Wanderung von Bestandteilen des Grundkörpers in die kontaktgebende Beschichtung in engen, tolerierbaren Grenzen hält und demgemäß ein Umlegieren nicht erfolgt. Das gilt sogar für Kupfer aus einem kupferhaltigen Grundkörper.
- ♦ Die dünne kontaktgebende Beschichtung ist für die Verwendung in Steckverbindern hinreichend hart.
- ♦ Da die Beschichtung dünn sein kann, sind die Kosten für die Verwendung des edlen Silbers niedrig.
- ♦ Die Beschichtung kann preiswert durch ein PVD-Verfahren abgeschieden werden, insbesondere durch Sputtern. Dadurch lassen sich Silber und Zusätze, die sich mit dem Silber nicht legieren, als ein feinkörniges, dichtes und hartes Gemenge abscheiden. Der Grundkörper bleibt im Verlauf des Abscheidungsverfahrens so kalt, dass er seine vorgewählte Härte nicht verliert.
- ♦ Durch ein reaktives PVD-Verfahren lassen sich auch Verbindungen, insbesondere Metalloxide, als Zusätze abscheiden.

Vorzugsweise ist die Beschichtung höchstens 10 µm dick. Eine dickere Beschichtung könnte zwar die Widerstandsfähigkeit gegenüber Steckvorgängen, Ziehvorgängen und Lichtbogeneinwirkungen noch verbessern, würde aber im Hinblick auf die begrenzte Zahl von Zieh- und Steckvorgängen, die im Verlauf der Lebensdauer eines Pkws typisch auftreten - es wird mit nicht mehr als 10 bis 20 Zieh- und Steckvorgängen gerechnet - nicht lohnen und könnte andererseits die Verformbarkeit des Halbzeuges beeinträchtigen. Vorzugsweise wird die Beschichtung höchstens 5 µm dick gewählt. Besonders gute Ergebnisse wurden mit Beschichtungen erzielt, die zwischen 0,5 µm und 5 µm dick sind.

Erstaunlicherweise kommt man bereits mit geringfügigen Zusätzen zum Silber bzw. zur Silberbasislegierung aus. Bereits mit einem Zusatz von 0,2 Gew.-% erzielt man eine spürbare Verbesserung gegenüber einer Beschichtung aus reinem Silber oder aus einer Silberbasislegierung. Vorzugsweise sollte der Zusatz zu

wenigstens 0,5 Gew.-% in dem Silber bzw. in der Silberbasislegierung enthalten sein, aber nicht mehr als 50 Gew.-% betragen. Der günstigste Bereich für den Zusatz liegt zwischen 0,5 Gew.-% und 15 Gew.-% Anteil an der Beschichtung. Besonders geeignet als Zusätze sind Wolfram, Molybdän, Graphit, Nickel, Kobalt, Metalloxide, insbesondere Zinnoxid und Zinkoxid, sowie Wolframcarbid und Molybdäncarbid. Insbesondere die refraktären Zusätze, welche sich fein verteilt in den Korngrenzen der Silbermatrix anreichern, eignen sich besonders für die Zwecke der Erfindung, namentlich Wolfram und Molybdän.

Für den Grundkörper können alle unedlen Legierungen verwendet werden, welche für elektrische Steckkontakte Stand der Technik sind. Insbesondere eignen sich die im Patentanspruch 12 namentlich genannten Werkstoffe.

Das Halbzeug ist vorzugsweise ein Band, welches in einem kontinuierlichen Prozeß fortlaufend beschichtet werden kann. Insbesondere kann das Halbzeug auch ein vorgestanztes Band sein, welches ebenfalls kontinuierlich beschichtet werden kann, vor allem durch ein trockenes und kaltes PVD-Verfahren. Werden vorgestanzte Bänder verwendet, in denen die Konturen der zu bildenden Steckkontakte durch das Vorstanzen bereits festgelegt sind, können daraus die Steckkontakte durch einen einfachen Trenn- und Biegevorgang wirtschaftlich geformt werden.

Die Beschichtung durch ein PVD-Verfahren, insbesondere durch Sputtern, abzuschneiden, hat den weiteren Vorteil, dass die Zusammensetzung der Beschichtung durch Verändern der Abscheidebedingungen verändert werden kann, sogar stufenlos während des Abscheidevorganges. So ist es möglich, in der Beschichtung einen Gradienten des sich mit Silber oder der Silberlegierung nicht legierenden Zusatzes vorzusehen und dadurch die mechanischen und elektrischen Eigenschaften der kontaktgebenden Beschichtung zu optimieren.

Um die Zusammensetzung und damit die Eigenschaften der kontaktgebenden Beschichtung langfristig zu erhalten, kann es ferner vorteilhaft sein, zwischen

- dem Grundkörper und der kontaktgebenden Beschichtung eine Zwischenschicht vorzusehen, welche die Diffusion von Bestandteilen des Materials des Grundkörpers in die kontaktgebende Beschichtung und auf die Kontaktoberfläche hemmt. Eine solche Zwischenschicht kann zum Beispiel aus wenigen μm Nickel bestehen. Auch wenige μm Silber sind als Zwischenschicht geeignet. Silber kommt vor allem dann in Betracht, wenn ein erfindungsgemäßes Halbzeug mit so engen Biegeradien gebogen werden soll, dass eine Nickelschicht reißen würde. Besonders geeignet sind Schichtdicken von 1 μm bis 5 μm , insbesondere von 2 $\mu\text{m} \pm 0,5 \mu\text{m}$, für die Zwischenschicht.
- 5
- 10 Um die Beständigkeit gegen Lichtbogeneinwirkung zu prüfen, wurden mehrere Steckkontakte aus Kupfer, welche durch Sputtern mit einer 2 μm dicken Beschichtung aus Silber mit 4 Gew.-% Wolfram versehen waren, 20mal bei einer Gleichspannung von 42 Volt unter einem Laststrom von 1,5 A und einer Induktivität von 1,75 mH getrennt. Nach 20 Trennvorgängen, in denen jeweils ein Lichtbogen gezündet wurde, war die Beschichtung auch im Bereich der Lichtbogenfußpunkte noch nicht abgebrannt, sondern noch vollständig und geschlossen vorhanden, wenn auch durch Aufschmelzvorgänge aufgeraut. Eine Analyse der Zusammensetzung der kontaktgebenden Beschichtung nach den 20 Lichtbogeneinwirkungen ergab einen geringen Kupferanteil von höchstens 1,5 Gew.-% im Bereich der Lichtbogenfußpunkte, was gut tolerierbar ist.
- 15
- 20

Die beigefügte Zeichnung ist ein Schnitt durch ein bandförmiges Halbzeug und zeigt - stark vergrößert und nicht maßstäblich - den Aufbau eines erfindungsgemäßen Halbzeuges mit einem beispielsweise 0,5 mm dicken Grundkörper 1 aus einer Federlegierung auf der Basis von Kupfer, zum Beispiel Kupfer mit 3 % Nickel und 0,5 % Si (Werkstoff Nr. C7025 nach CDA) darüber als diffusionshemmende Zwischenschicht 2 eine 2 μm dicke Nickelschicht, welche galvanisch oder durch ein PVD-Verfahren abgeschieden sein kann. Auf der Nickelschicht 2 ist als kontaktgebende Schicht 3 eine 4 μm dicke Schicht aus Silber mit 5 Gew.-%

25

- Wolfram vorhanden, welche gemeinsam aufgesputtert sind und ein feinteiliges Gemenge bilden.

Ansprüche:

1. Halbzeug für die Herstellung von Steckkontakten in Steckverbindern für elektrische Gleichstromnetze in Kraftfahrzeugen, die mit einer Nennspannung betrieben werden, bei welcher Lichtbögen entstehen können, mit einem elektrisch leitfähigen Grundkörper aus einem unedlen metallischen Werkstoff, welcher wenigstens teilweise eine kontaktgebende Beschichtung aus einem Material trägt, welches edler ist als das Material des Grundkörpers, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung wenigstens 0,3 µm dick ist und aus Silber oder aus einer Silberbasislegierung mit einem Zusatz besteht, welcher mit dem Silber bzw. mit der Silberbasislegierung keine Legierung oder allenfalls eine Ausscheidungslegierung bildet und einen höheren Schmelzpunkt als Silber hat.
2. Halbzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung höchstens 10 µm dick ist.
3. Halbzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung höchstens 5 µm dick ist.
4. Halbzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung 0,5 µm bis 4 µm dick ist.
5. Halbzeug nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatz zu wenigstens 0,2 Gew.-% in dem Silber bzw. in der Silberbasislegierung enthalten ist.

6. Halbzeug nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatz zu wenigstens 0,5 Gew.-% in dem Silber bzw. in der Silberbasislegierung enthalten ist.
- 5 7. Halbzeug nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatz zu höchstens 50 Gew.-% in dem Silber bzw. in der Silberbasislegierung enthalten ist.
8. Halbzeug nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatz zu höchstens 30 Gew.-% in dem Silber bzw. in der Silberbasislegierung enthalten ist.
- 10 9. Halbzeug nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatz zu höchstens 15 Gew.-% in dem Silber bzw. in der Silberbasislegierung enthalten ist.
- 10 10. Halbzeug nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatz eine oder mehrere Substanzen aus der Gruppe der nachfolgenden Substanzen umfasst: Wolfram, Molybdän, Graphit, Nickel, Kobalt und Metalloxide, insbesondere Zinnoxid und Zinkoxid, sowie Wolframcarbid und Molybdäncarbid.
- 15 11. Halbzeug nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung durch ein PVD-Verfahren, insbesondere durch
20 Sputtern, abgeschieden ist.

12. Halbzeug nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Werkstoff für den Grundkörper ein Werkstoff aus der nachstehenden Gruppe ausgewählt ist:

- 5 (a) CuNiSi(X): zum Beispiel Werkstoffe mit den Bezeichnungen C7025, C7026 nach CDA
- (b) CuFeP; zum Beispiel Werkstoffe mit der Bezeichnung C194, C19210 nach CDA
- (c) CuSn: zum Beispiel Werkstoffe mit den Bezeichnungen C521, C511, C14415 nach CDA
- 10 (d) CuZn: zum Beispiel Werkstoffe mit den Bezeichnungen C272, C230, C260 nach CDA
- (e) CuCrSiTi(X): zum Beispiel Werkstoffe mit den Bezeichnungen C18070, C18080, C18090 nach CDA
- 15 (f) CuNiSn: zum Beispiel Werkstoffe mit der Bezeichnung C72500, C19025 nach CDA
- (g) CuSnZn: zum Beispiel Werkstoffe mit der Bezeichnung C663, C425 nach CDA
- (h) CuNiZn: zum Beispiel Werkstoffe mit den Bezeichnungen C75700, C77000, C76400 nach CDA
- 20 (i) CuBe: zum Beispiel Werkstoffe mit den Bezeichnungen C17100, C17410, C17200 nach CDA
- (j) CuTi: zum Beispiel Werkstoffe aus der Werkstofffamilie mit der Bezeichnung C19900 nach CDA
- (k) Edelstahl: zum Beispiel Werkstoffe mit den Bezeichnungen
25 1.4310 nach DIN 17224,
1.4311 nach DIN 17440,
1.4406 nach DIN 17440,

- 1.4428 nach DIN 17443,
- 1.4429 nach DIN 17440,
- 1.4568 nach DIN 17224,
- 1.4841 nach DIN 17224,
- 5 1.4318, 1.1231, 1.1248, 1.1269, 1.1274, 1.5029 nach DIN V 17006-100.

13. Halbzeug nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es ein Band ist.

14. Halbzeug nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Band vorgestanz ist.

10 15. Halbzeug nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung aus Silber mit 4 bis 6 Vol-% Wolfram oder Molybdän besteht und in einer Dicke von 0,5 µm bis 5 µm aufgesputtert ist.

15 16. Halbzeug nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Grundkörper und der kontaktgebenden Beschichtung eine diffusionshemmende Zwischenschicht vorgesehen ist.

17. Halbzeug nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zwischenschicht aus Silber oder Nickel besteht.

18. Halbzeug aus einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Konzentration des Zusatzes in der Beschichtung aus Silber

oder der Silberlegierung an der Oberfläche der Beschichtung kleiner ist als in der Tiefe der Beschichtung

19. Steckkontakte für elektrische Steckverbinder, hergestellt aus einem Halbzeug nach einem der vorstehenden Ansprüche.

5 20. Die Verwendung von Steckkontakten nach Anspruch 19 in elektrischen Gleichstromnetzen von Automobilen, die mit einer Nennspannung betrieben werden, bei welcher Lichtbögen entstehen können, insbesondere in 42 Volt-Gleichstromnetzen.

10 21. Verfahren zum Herstellen eines Halbzeuges nach einem der Ansprüche 1 bis 18 durch PVD-Beschichten eines Bandes aus einem unedlen metallischen Werkstoff mit Silber oder mit einer Silberbasislegierung und mit einem Zusatz, welcher einen höheren Schmelzpunkt als Silber hat und mit dem Silber bzw. mit der Silberbasislegierung keine Legierung oder allenfalls eine Ausscheidungslegierung bildet.

15 22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Beschichten durch Sputtern erfolgt.

23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bestandteile der Beschichtung gleichzeitig oder zeitlich überlappend abgeschieden werden.

20 24. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verhältnis der Abscheideraten der Bestandteile der Beschichtung während des Abscheidvorganges verändert wird.

25. Verfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verhältnis der Abscheiderate des Zusatzes zu der Abscheiderate des Silbers bzw. der Silberlegierung gegen Ende des Abscheidevorganges verkleinert wird.

Zusammenfassung:

- Beschrieben wird ein Halbzeug für die Herstellung von Steckkontakten in Steckverbindern für elektrische Gleichstromnetze in Kraftfahrzeugen, die mit einer Nennspannung betrieben werden, bei welcher Lichtbögen entstehen können, mit
- 5 einem elektrisch leitfähigen Grundkörper aus einem unedlen metallischen Werkstoff haben, welcher wenigstens teilweise eine kontaktgebende Beschichtung aus einem Material trägt, welches edler ist als das Material des Grundkörpers. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Beschichtung wenigstens $0,3\text{ }\mu\text{m}$ dick ist und aus Silber oder aus einer Silberbasislegierung mit einem Zusatz besteht,
- 10 welcher mit dem Silber bzw. mit der Silberbasislegierung keine Legierung oder allenfalls eine Ausscheidungslegierung bildet und einen höheren Schmelzpunkt als Silber hat.